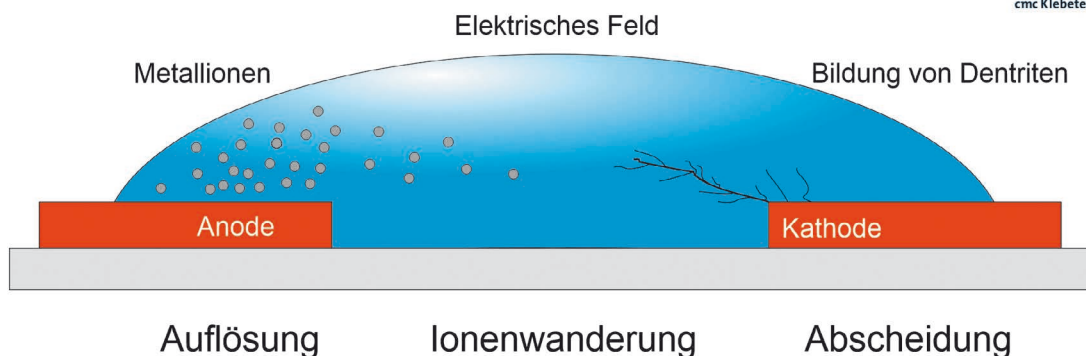


Elektrochemische Migration – Ergänzung der IEC 60664-1

Der Beitrag erläutert prinzipieller Mechanismus der elektrochemischen Migration.



Ein Ausfallgrund für Isolationen, der bislang eher nur auf Platinen mit sehr dicht nebeneinander liegenden Leitern auftrat, kann auch in anderen Bauteilen und Baugruppen zu einem Problem werden: Die erhöhten Kreisspannungen von 350...900 V DC in der Elektromobilität verschärfen die Gefahr der elektrochemischen Migration.

Zur IEC 60664-1

„Der Prozess der elektrochemischen Migration ist die Bildung eines elektrisch leitfähigen Dendriten, der Leiter überbrücken kann.“ So fängt der neu gestaltete Annex A (informative) der Niederspannungsrichtlinie IEC 60664-1 an. Er berücksichtigt damit ein sich verstärkendes Bewusstsein für dieses Ausfallphänomen.

Hersteller von Einrichtungen für Solarfelder oder Windkraftanlagen kennen die Folgen einer elektrochemischen Migration bereits weitaus länger als die Automobilindustrie und deren Zulieferer. Denn diese beiden Branchen arbeiten bereits seit zwei Jahrzehnten in einem

Umfeld, das elektrochemische Migration begünstigen kann: Wechselnde klimatische Einflüsse, große Temperaturschwankungen, Einsatz im freien Feld.

In dem neuesten Entwurf der Grundnorm IEC 60664-1 Isulationskoordination werden in zwei Ergänzungen Phänomene berücksichtigt, die eine andere Ausprägung unter Gleichstrom haben wie unter elektrischen Feldern mit stetig wechselnder Polarität. Noch wird an der finalen Formulierung gefeilt, doch soll die Edition 3 der Norm kommenden Jahr herausgegeben werden. Eine dieser beiden Ergänzungen findet sich voraussichtlich in einem neuen Annex A wieder.

Wirkprinzipien und Gegenmaßnahmen

In einem trockenen, sauberen Umfeld kann es normalerweise nicht zu einer elektrochemischen Migration kommen – es fehlen dazu einfach die beweglichen Ladungsträger, die Ionen. Ganz anders sieht das aus, wenn in einem Gehäuse oder einem Bauteil Feuchtigkeit auftritt. Diese muß nicht zwingend gleich Kondensation oder gar Spritzwasser sein. Es reicht eine hohe Luftfeuchtigkeit, denn manche Werkstoffe können sehr viel Wasser aufnehmen (z.B. PA).

Neben dieser wichtigsten Bedingung für elektrochemische Migration, das Vorhandensein eines Trägers für Ionen, sind folgende weitere Faktoren begünstigend:

- Höhe der Spannungsdifferenz (besser: der Feldstärke)
- Leitfähigkeit des Substratmaterials
- Verschmutzungsgrad (Umwelteinflüsse)
- Art des Isolationsmaterials (Anfälligkeit für elektrochemischen Abbau)
- Art der Leitermaterialien (z.B. Wiskerbildung)

Deswegen empfiehlt der noch nicht als Normbestandteil veröffentlichte Anhang mehrere Rahmenbedingungen, die man beachten sollte, um die Gefahr eines Geräte-Ausfalls durch die elektrochemische Migration zu minimieren:

- Aufbringen von Beschichtungen auf Platinen (z.B. Schutzlacke)
- Verwendung von Metallwerkstoffen, die resistenter gegen elektrochemische Migration sind
- Verwendung von Isolationswerkstoffen mit hohem Isolationswiderstand (bei Widerständen unter 10 E8 Ohm kann elektrochemische Migration auch ohne den Einfluß von Feuchtigkeit entstehen)
- Gehäusekonstruktionen, die eine Kondensation verhindern (hohe Schutzklasse IP-Wert) und Ort der Installation
- Wo Kondensation nicht durch andere Maßnahmen zu verhindern ist: Antikondensationsheizungen oder Eigenerwärmung (Stromwärme)
- Wie bei allen anderen Oberflächenphänomenen wie z.B. die

Kriechwegbildung auch: größere Abstände wählen wie in der Norm festgelegt

- Vermeidung von Verunreinigungen auf Oberflächen und in Produkten (z.B. Vergußharze, Leiterplatten), die elektrochemische Migration begünstigen

Die elektrochemische Migration tritt als Fehlerursache vor allem in Gleichstromanwendungen auf: Das konstante elektrische Feld begünstigt die Wanderung von Metallionen von einem Leiter zum anderen. Es bilden sich nadel- oder baumartige Metallstrukturen, die an der Oberfläche eines Isolators, aber auch in dessen Inneren (z.B. Vergußmassen) zur Verkürzung der Isolationsstrecke führen. Sie begünstigen zudem die Bildung von Kriechstrecken, was im schlimmsten Fall zu einem Kurzschluß führen kann.

Besonders problematisch ist auch, dass man dieses Phänomen nahezu unmöglich bei einer fertigungsinternen Qualitätsprüfung erkennen kann. Die Folge ist, dass erst (sporadische) Feldausfälle eine Schwäche der Konstruktion offenlegen.

Die CMC Klebetechnik stellt Entwickler für deren Anwendungen zahlreiche hochwertige Isolationsprodukten zur Verfügung. Dies können Produkte mit besonders hohem CTI-Wert (bis >600 V) sein oder besonders hoch temperaturbeständige Folien (bis >300 °C) oder solche mit besonders geringer Wasseraufnahme. ◀

Autor:

Gerald Friederici

CMC Klebetechnik GmbH

Mitglied im Fachverband EWIS

des Industrieverbandes ZVEI

www.cmc.de